Ontario

Ministry of
Agriculture and Food

central site | feedback | search | site map | français

HOME | WHAT'S NEW | CALENDAR | PRODUCTS | NEWS RELEASES

FACTSHEET
ISSN 1198-712X ©Queen's Printer for Ontario

Agdex#: 383/737 Publication Date: 03/03
Order#: 03-027 Last Reviewed: 03/03

Title: Use of High Pressure Steam in the Production of Maple Products

Division: Agriculture and Rural

History:

Written by: D. Chapeskie

Table of Contents

1. Introduction
2. History of Development and Progress of High Pressure Steam Systems
3. Benefits of Using High Pressure Steam
4. Definitions
5. Major Components of a Steam System Used in Production of Maple Products
    - Steam Boiler
    - Boiler Safety Equipment
    - Boiler Feedwater System
    - Condensate Return System and Condensate Tank
    - Boilers Blowdown System
    - Steam Traps
    - Steam Heat Transfer Equipment
    - Steam Systems Piping
6. Considerations Regarding the Use of High Pressure Steam
7. Planning for setting Up a Steam System
8. Codes, Standards and Regulations
9. Design Approval and Inspection of Boilers and Pressure Vessels by an Authorized Agency
10. Acknowledgements

Introduction

High-pressure steam is a viable alternative processing method used for the production of maple products with considerable success and satisfaction. In recent years, many maple producers have found this method has a wide range of benefits and it is expected that the use of this technology will increase significantly.

Producers considering implementing a high-pressure steam system should become familiar with this very specialized technology and should seek the assistance of qualified persons when planning their system. This will ensure that the steam system selected and installed will conform with jurisdictional regulations. A well-designed and safe steam system capable of meeting the high-pressure steam requirements of the maple operation is an important goal for anyone planning on using it.

History of Development and Progress of High Pressure Steam Systems in the Maple Industry

The use of high-pressure steam in the maple industry dates back to the latter part of the 19th century. By

then steam boilers had become readily available for use on farms in both Canada and the United States and commercially made steam evaporators were available on a limited basis.

The development and improvement of conventional open pan, wood, oil and gas fired evaporators continued throughout the 20th century. They were widely accepted by commercial producers who had abandoned most other equipment except for those who chose to use high-pressure steam for boiling.

In the past fifty years, there has been one significant attempt by a maple equipment manufacturer to provide new processing equipment using high-pressure steam. In 1968, the G. H. Grimm Co. Inc. of Rutland, Vermont produced the first of several dozen steam finishing pans known as Sipple steam finishing evaporators. Some are still in use today. During this period other companies have supplied custom-made flat pans and steam coils on a limited basis.

Commercial steam jacketed kettles made for a variety of applications are available from several manufacturers and have been used by maple producers for heating and/or finishing maple syrup.

High-pressure steam boilers have greatly improved over the past 50 years. Welded boilers built to rigid standards with fully automatic controls are safer, stronger and more efficient than the older riveted, hand operated boilers built previously.

In recent years many maple operations have been getting larger and more attention is being placed on production costs and the production of high quality maple products. This has led to a greater interest in new and improved technologies including the use of high-pressure steam, reverse osmosis, improved arches and evaporator pans.

The recent improvements in steam boilers and the successful use of Sipple steam finishing pans and other steam evaporation equipment has been encouraging. This has also prompted an increased interest in steam.

To learn more about the use of high-pressure steam in the maple industry, OMAF has conducted three important studies since 1995. For the most recent information on these reviews refer to the OMAF Agroforestry Web site at http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/hort/agrofore.html.

The first was a "Review and Evaluation of the Use of High Pressure Steam in the Production of Maple Products". This review included an important survey of 24 maple producers with experience in the use of it. The second was a "Review of Safety in the Use of High Pressure Steam in the Production of Maple Products". As with all farming operations, safety is an important consideration and should be dealt with appropriately. The third review related to "High Pressure Boiler Selection for the Production of Maple Products". The review covered what to consider when selecting a boiler for a steam system which has been designed to achieve a producers goals and needs.

| Top of Page |

Benefits of Using High Pressure Steam

Maple producers using high-pressure steam find there are many advantages. Some important advantages include:

- Steam is a constant heat source and offers excellent control of boiling.
- There is no burning or scorching of syrup.
- It is easy to pipe steam to wherever you need it in the sugarhouse.
- Boiling pans are comparatively small and low cost. No arch or flue pans are needed.
- It is easy to remove scale from the steam coils, pans or kettles.

- The time and labour involved in processing is minimized, especially when used with a reverse osmosis machine.
- Most producers find that using high-pressure steam is economical, even less costly for some than using other methods.
- Steam is excellent for maintaining good sanitary conditions for processing.
- There are many uses for steam other than boiling, such as cleaning equipment, reheating syrup for packing, heating water and the sugar camp, etc. (Figure 1)
- Many producers find it easy to produce high quality maple products with considerable consistency.

Definitions

Steam System

A steam system comprises all the components in a functional system. e.g., boiler, piping, steam evaporator, steam jacketed kettles, steam traps, condensate return tank.

Figure 1. In addition to processing sap there are many other uses for steam around a sugar camp, such as cleaning drums.

Power Boiler

As defined by Section 1 of the American Society of Mechanical Engineers (ASME) Boiler and Pressure Vessel Code, a power boiler is one which steam or other vapour is generated at a pressure of more than 15 pounds per square inch (psig) for use external to itself. (Psig is the pressure of steam above atmospheric pressure in pounds per square inch measured at the boiler gauge.)

High Pressure Steam

High-pressure steam is steam pressure over 15 psig. Consequently, high-pressure steam boilers are power boilers.

Boiler Rating

When selecting a boiler, it is important to know and understand the boiler rating. It is the heating capacity of a boiler expressed in boiler horsepower, BTU's per hour, and/or pounds of steam per hour.

The commercial rating of a boiler is the standard adopted by the American Society of Mechanical Engineers and is known as the ASME standard.

Boiler Horsepower

Boiler horsepower designates the capacity of a boiler with regards to its ability to evaporate a specific amount of water per hour under a given set of conditions. According to the ASME standard, a boiler horsepower is the evaporation of 34.5 lb. of water into steam per hour from and at 212°F and the absolute pressure is 14.7 lb/in.^{2} The heat required to produce a boiler horsepower unit is therefore 34.5 ´ 971.7 or 33,523 BTU's per hour.

Modern Package Boilers

Package boilers are pre-assembled at the factory before shipping and installation. They are self-contained units complete with fuel pump, burner assembly, and combustion controls. They are shipped on beams and arrive ready for an on-site installation, which involves connecting feedwater lines, steam lines, fuel lines, electrical connections, and hooking into breaching and chimney before operation.

Package boilers can be either a firetube or watertube type. All new package boilers are fire tested before leaving the factory. Modern package scotch marine type firetube boilers are popular with maple producers using high-pressure steam.

| Top of Page |

Major Components of a Steam System Used in Production of Maple Products

1. Steam Boiler

There are 2 main types of boilers: firetube and watertube. Both types are used in the maple industry. There are several manufacturers of each type on the market today. (Figure 2)

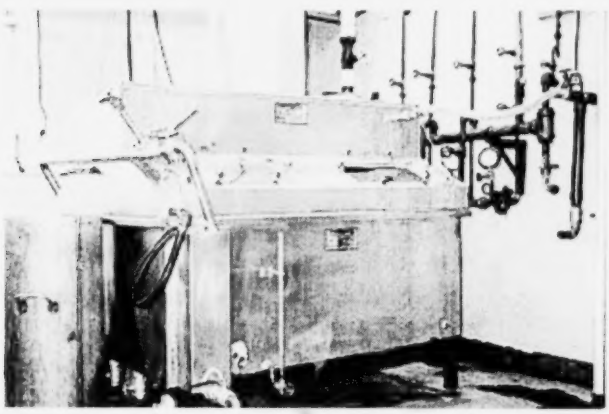

Figure 2. Modern steam evaporator with a sap preheater in the hood.

I. Firetube Boilers

In firetube boilers the combustion gases and heat pass through tubes that are surrounded by water and steam.

Some examples of firetube boilers are Scotch Marine, Vertical Tube, Horizontal Return Tubular (HRT) and Locomotive.

Scotch Marine Boilers

Scotch marine boilers (Figure 3) constitute the largest number of boilers in use today for commercial and small industrial use. It is also the most common boiler type used by maple producers.

Scotch marine boilers are multi-pass boilers. This means that the gases of combustion (heat) will make several passes before leaving the boiler. They are manufactured as 2, 3 or 4 pass boilers.

These boilers have an internal furnace (combustion chamber) with tubes, passing through the boiler to the front tube sheet. The furnace is completely surrounded by water.

Modern firetube scotch marine boilers of welded construction are manufactured by many companies. They are available in either dryback or wetback designs and are produced as package boilers ready for installation at the sugar camp.

Figure 3. Modern Scotch Marine Firetube boilers are the most common type used by maple producers.

Vertical Tube Boiler

Vertical tube boilers are manufactured as either dry top or wet top boilers. They are used where floor space is limited, but plenty of headroom is available.

The dry top boiler produces steam that is slightly superheated which can cause the tubes in the upper tube sheet to leak. The wet top boiler does not produce superheated steam because the upper tube sheet is surrounded by water. They are single pass boilers since the combustion gases cannot be retained by the use of baffles. They are not as efficient as other types of multipass boilers.

Where floor space is a problem, newer vertical tube boilers of welded construction are suitable depending on their applications.

Horizontal Return Tubular Boiler (HRT)

This type of boiler consists of a drum fitted with tubes. HRT boilers are externally fired and suspended over a furnace. Installation of an HRT boiler requires construction of an external firebox usually brick or concrete. The proportionally small area of heating surface exposed to radiant heat, limits the efficiency and flexibility of heat absorption in this type of boiler.

Newer HRT boilers of welded construction are suitable in applications where maple producers plan to burn wood since they can be equipped with a wood burning firebox.

The Locomotive Boiler

Locomotive boilers are internally fired. The combustion gas flow through these boilers is straight through the tubes and out. In all single pass boilers like these, the gas exit temperature may be comparatively high with a resultant lower efficiency. Most locomotive style boilers are older boilers, usually of riveted construction.

Riveted construction, poor efficiency and excessive age are all factors that make these older locomotive style boilers unsuitable for commercial use.

II. Watertube Boilers

In a watertube boiler the steam and/or water is in the tubes and the heat and combustion gases pass around the tubes.

Watertube boilers are noted for their fast steaming capability. Steam is generated quickly because of the relatively low water content in the boiler. This enables watertube boilers to respond quickly to changing load demands. They are externally fired and require refractory material within the furnace area.

Typically, water tube boilers consist of multiple drums. An upper steam drum and lower mud drum are connected by tubes which form both the convection section and the furnace area of the boiler.

Two types of watertube steam boilers are used by maple producers. They are the bent or flexible type and the coil type.

Bent of Flexible Watertube Boiler

The bent tube boiler is a multi-drum boiler. They consist of one or more steam drums in the upper part of the boiler and one or more mud drums in the lower part. These boilers are also referred to as flexible tube. They are available as package boilers.

Coil Watertube Boiler

Fully automatic coil type watertube boilers are available as package boilers and tend to be expensive. They are sometimes referred to as steam generators.

The generating tubes of coil type boilers consist of small diameter helical, spiral or horizontal coils of tubing.

As with all types of watertube boilers, proper treatment is important. Replacing watertube coils is expensive and these boilers are complicated to service. Maple producers using watertube boilers tend to prefer the bent or flexible tube type boilers.

| Top of Page |

2. Boiler Safety Equipment

When boilers are constructed they are required to be equipped with safety equipment. For more information on these requirements, refer to *Codes, Standards and Regulations*.

The type of safety equipment depends mainly on the type and size of boiler, and the jurisdictional area where it will be used. Proper installation and maintenance of safety equipment is important.

Some important boiler safety equipment is as follows:

- safety relief valve
- pressure gauge

- water column
- water level gauge glass
- try cocks
- low water fuel cutoffs
- fusible plug
- main steam line stop valve
- boiler blowdown line and valves
- automatic burner controls

Be sure to get help from qualified individuals regarding boiler safety equipment and its operation and maintenance.

3. Boiler Feedwater System

The boiler feedwater system is an important component within the steam system. It must be installed correctly and operated properly to ensure that the boiler receives a sufficient supply of water. A feedwater pump uses condensate from the condensate tank as well as other makeup water and pumps it on demand into the boiler.

Some important components, which may be found in the feedwater system, are the feedwater pump, feedwater lines with check valve and stop valve and float feedwater regulators.

The exact components found in the feedwater system will vary with type of boiler and application.

4. Condensate Return System and Condensate Tank

The condensate return system returns all condensate to the condensate tank. After steam has left the boiler and released heat through pipes and heat exchangers (evaporators, kettles) it condenses and turns back to water. This condensate is pure and should be returned to the boiler room and reused. By using condensate for boiler makeup water, less outside makeup water (raw water) has to be used thus reducing the amount of water treatment chemicals needed to control scale deposits. Using hot condensate also reduces fuel consumption (Figure 4).

Condensate is released from the steam lines, steam coils and equipment through steam traps.

Condensate return lines must be sized to accommodate both the condensate and flash steam produced. Where gravity return lines are not possible and sufficient pressure is not available, it will be necessary to pump the condensate to the condensate tank.

The condensate tank collects all the condensate returned in the system and must be sized to ensure sufficient feedwater supply for the boiler.

Typically the tank includes a float switch or alternator in the case of a duplex arrangement, a float operated valve for raw water supply, a strainer, a water level gauge glass and a dial type thermometer. The tank should also have an overflow pipe, a properly sized vent and a drain in the bottom.

Put water treatment into the condensate tank feedwater. Commercial chemical pot feeders are available for installation in the feedwater system.

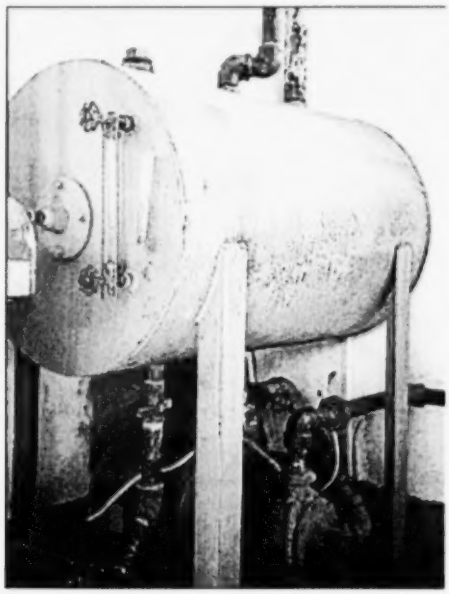

Figure 4. Condensation return tank.

Flash Steam

High-pressure condensate forms at the same temperature as high-pressure steam from which it condenses as the latent heat is removed.

When the condensate is discharged to a lower pressure, the energy it contains is greater than it can hold while remaining as water. This excess energy re-evaporates some of the water as steam at lower pressure. This steam is known as flash steam. To maximize efficiency this flash steam should be utilized as in preheating cold sap for the RO machine or before it enters the evaporating pan (Figure 5).

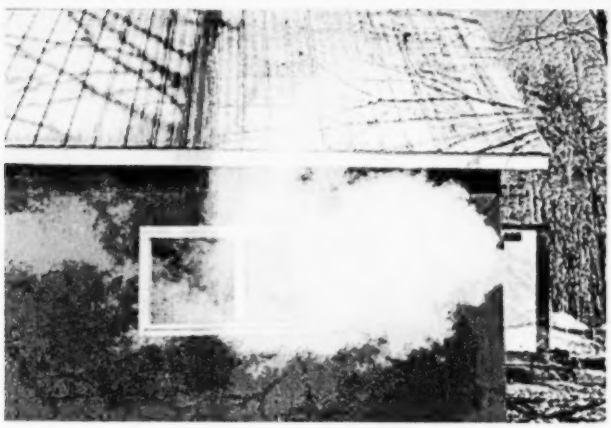

Figure 5. Use this flash stream to maximize efficiency, for example preheating sap.

5. Boiler Blowdown System

All boilers have a blowdown pipe fitted with a valve or cock. Boilers operating at 100 pounds per square inch (psi) or more have 2 bottom blowdown valves. A blowdown tank may also be used.

Under normal operating conditions, the reason for boiler blowdown is to lower the suspended and dissolved solids in the boiler water. The solids are brought in by the feedwater and concentrate in the boiler water.

The frequency of blowdown depends on the feedwater quality. A good practice for boilers not operated on a specific water treatment plan is to blowdown the boiler, each low water cutoff or water column each day when firing up while the steam pressure is low.

For different boiler designs, refer to manufacturer's instruction manuals for specific details regarding boiler blowdown.

6. Steam Traps

Steam traps are an important component of steam systems used in the production of maple products since they contribute to both safety and efficiency. They are automatic devices that increase the overall efficiency of a steam system by removing air and condensate (water) from the steam lines without loss of steam. Locate steam traps at low points where condensation accumulates in the system. For maximum efficiency and safety remove all condensation. Condensation results from cooling of steam in the lines and in the evaporation coils during boiling. Condensate is formed in the coils as the steam gives up its heat through the walls of the tubing causing the sap to boil.

During cold weather when the steam system is not operating be sure to drain steam traps to prevent freezing.

Seek advice from experienced persons regarding selection, installation safe operation and maintenance of steam traps. The manufacturers of steam traps offer technical assistance as well as written guidelines. Typical locations for steam traps in a maple operation utilizing high-pressure steam are listed below.

- At the end of the steam mainline before going into the coils in the boiling pan to discharge condensate produced by radiation losses in the mainline as the steam moves from the boiler to the boiling pan.
- Below the exit of each steam coil in a boiling pan to remove condensate produced in the coil as a result of heat transfer in boiling the sap.
- Steam Jacketed Kettles: There are 2 main types of steam jacketed kettles, fixed gravity drum and tilting siphon drum. Each type requires a specific method of trapping steam.

| Top of Page |

7. Steam Heat Transfer Equipment

Flat Pans equipped with steam coils for initial boiling and finishing

A flat pan equipped with lateral divisions and steam coils to do the initial boiling is the most common steam evaporator used. These pans by comparison are much smaller than conventional evaporator pans. They are less expensive and do not require flues or an arch.

Cold sap is normally preheated using the conventional Raithby style preheater coil in the steam hood. Many producers use a reverse osmosis machine for initial sap concentration.

Flat pans equipped with divisions and steam coils can be constructed on order by most maple equipment manufacturers. Many factors must be considered in designing a steam pan and coils to meet specific boiling requirements. The manufacturer will need to discuss these details in order that a safe and properly sized steam evaporator is supplied.

Steam flat pans used for finishing are similar in design to those used for initial boiling but they are usually smaller because less concentration is required. Flat finishing pans are constructed similarly with lateral

divisions open at the ends so the finished syrup can be removed at one end. Small pans, used when little evaporation is needed do not require lateral divisions if the batch system is used for evaporation. For safe and efficient operation, remove scale regularly, usually daily from the steam coils or tubes. All flat pans equipped with steam coils require the installation of steam traps. Discuss this with the manufacturer.

A variation of the flat pan with steam coils is the V-type Sipple steam finishing pan, which is still available (Figure 6).

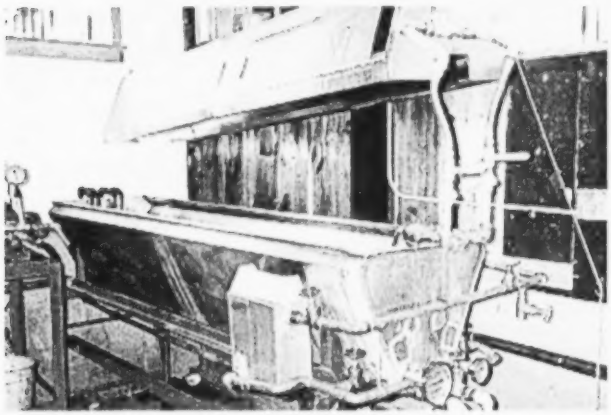

Figure 6. The Sipple Steam Finishing Evaporator was first manufactured in 1968.

Finishing with Commercial Direct Steam Jacketed Kettles

Steam jacketed kettles are usually made of stainless steel and are available in a wide range of sizes up to several hundred gallons. Most maple producers using them prefer the 40–50 gal U.S sizes. The 2 main types of steam jacketed kettles available are fixed gravity drain and tilting siphon drain. Each type requires a specific method of trapping steam (Figure 7).

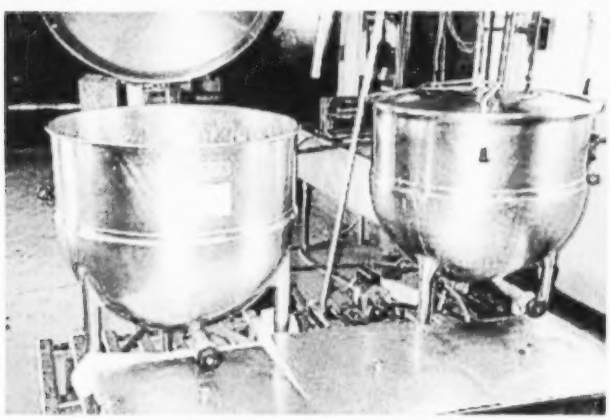

Figure 7. Stainless steel steam jacketed kettles are used for heating or finishing maple products.

It is important to note that steam jacketed kettles are built by commercial manufacturers to operate at pressures up to specified maximums and are constructed to ASME code specifications. Kettles are connected to the steam piping from the boiler and usually require the addition of a pressure-reducing valve to lower the pressure for their operation. Automatic kettle control systems are available. They are simple to operate and will assure consistent processing temperatures and batch to batch consistency. Always follow the manufacturer's instructions for installation, operation and maintenance of steam kettles to ensure safe use of them.

If purchasing a used kettle, be sure that it will pass the inspection before you buy it. Check the manufacturer's specified operating pressure and as with new equipment follow the manufacturer's instructions for installation, operation and maintenance.

8. Steam Systems Piping

The term piping is generally broadly applied to pipe fittings, valves and other components that convey liquids, gases, etc, including steam. There are no fixed standards for the design of steam distribution piping systems. However piping is a major factor to be considered in the selection and design of a steam distribution system. Pipe, pipe joints, valves and other components used in steam systems must be rated for steam and operated within their rated pressure and temperature values.

Thermostatic air vents are installed at the end of the steam main, on each steam coil and kettle since air is an even greater impediment to steam heat transfer efficiency than water.

Seek advice and assistance from qualified engineers, boiler service technicians and/or manufacturers regarding the design and installation of steam systems piping.

Considerations Regarding the Use of High Pressure Steam

Before installing a high-pressure steam system consider the following.

- New high-pressure steam equipment is expensive; however most maple producers using it have been successful in obtaining good used equipment at a lower cost.
- Depending on where you live, steam systems can be expensive to install and service.
- It may be difficult to find qualified and experienced help in your area to provide you with information and assistance when setting up.
- Boiler repairs can be expensive.
- High-pressure steam systems can be dangerous if not installed, operated and maintained properly.
- There are rules and regulations concerning the installation, use and operation of high pressure steam systems, which may vary depending on where you live. You must become familiar with them and follow them.

Planning for Setting Up a Steam System

An individual steam system must be planned for each maple operation.

If contemplating using high pressure steam, carefully plan your steam systems with the aid of experienced and qualified help, including boiler and steam equipment manufacturers, authorized boiler inspectors, mechanical engineers, industrial boiler service technicians, stationary engineers, the American Society of Mechanical Engineers, State or Provincial governments and insurance companies.

The following are items to address in planning a steam system for a maple operation.

- Determine steam load requirements and decide on boiler type, size (horsepower) and operating pressure.
- Ensure the proper selection of boiler connections, appurtenances and controls. For example, pressure gauge, water column, gauge glass, gauge cocks, valves and piping, pressure reducing valves, low water fuel cutoffs, steam traps.

- Ensure proper boiler auxiliary equipment such as feedwater pumps, condensate return tank, etc.
- Determine evaporating equipment requirements — type, size and capacity of flat pans, steam coils and/or steam kettles. Will other conventional evaporators or reverse osmosis machines be used as well?
- Ensure proper fuel storage and electrical installations.
- Determine space needs; sugar house construction details, boiler room construction and layout, etc. For example, be sure to allow sufficient space for opening end doors on the boiler to facilitate cleaning and be sure to allow enough clearance for removal and installation of boiler tubes.
- Plan all work so it is done in accordance with codes, rules and regulations for your jurisdictional area.
- When equipment needs are determined you must decide whether to buy new or used equipment. Maple producers often buy used equipment in good condition at considerable cost savings. If planning to buy used equipment be sure to have an experienced boiler service technician check over the condition of the equipment before you buy it.

| Top of Page |

Codes, Standards and Regulations

There are several codes, standards, laws and regulations regarding boilers and related equipment to consider when planning a steam system.

The boiler industry is closely regulated by the American Society of Mechanical Engineers (ASME) and the ASME codes that govern manufacture, inspection and quality assurance. All new boilers must have an ASME stamp. Section 1 of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code covers the design, fabrication and inspection of boilers. It is important to note that section 1 of the boiler and Pressure Vessel Code applies only to new construction of boilers. It then becomes the responsibility of the user to maintain the boiler and other components of the steam system in accordance with the requirements of the jurisdiction where the system is installed and used.

For boilers in service, requirements for operation, inspection, repair and alteration vary considerably so be sure to check with your local jurisdictional authority for details.

A listing from Underwriters Laboratory (UL), Underwriters Laboratories of Canada (ULC or cUL), Canadian Standards Association (CSA) Canadian Gas Association (CGA) or Canadian registration number (CRN) may be required.

Provincial, state or local authorities may require data on the boiler controls or basic design criteria. Most provincial, state and sometimes local authorities require a permit to install and/or operate a boiler and require an annual boiler inspection. There may also be insurance industry requirements.

Regulations regarding services to the boiler, including blowdown, safety relief, smoke duct and or stack, electrical and gas codes are applied on a jurisdictional basis.

Design Approval and Inspection of Boilers and Pressure Vessels by an Authorized Agency (for Ontario TSSA)

Where certification and/or licensing are required by the jurisdictional authorities the authorized inspector is normally the individual who will make the required inspections for the issuance of the certificate and or license to operate.

Boiler inspections involve both external and internal examinations. Boiler inspections may involve a hydrostatic boiler test or nondestructive examinations such as an ultrasonic test, radiographic test, visual inspection, etc.

In the United States insurance companies have traditionally been the authorized inspection agencies providing inspection for the ASME Code Symbol stamp holders. Prior to 1996 all Canadian provinces provided authorized inspection services. Now Ontario and Alberta have privatized their authorized inspection services.

In Ontario, the authorized agency is called the Technical Standards and Safety Authority (TSSA). Under the *Technical Standards and Safety Act, 2000*, the following regulations must be addressed:

- **Boiler and Pressure Vessel Regulation:** This regulation applies to the design, construction, maintenance, use, operation, repairs and service of boilers, pressure vessels and piping. Basically, no steam system shall be installed without the initial approval of this regulation and specific aspects of the system's ongoing safe operation and maintenance are also required.

Contact information: Mr. Rick Mile

Operations Manager

Boilers and Pressure Vessels Safety Program

(416) 325-0949

- **Operating Engineers Regulation:** This regulation applies to the use of equipment, process or procedure including the design, construction, erection, modification, management, operation service, maintenance and repair. Basically, no steam boiler or associated systems and equipment shall be managed, operated or maintained without compliance with this regulation. This regulation also prescribes what, if any, operating staff may be required. If your industry uses refrigeration or air compression as a component of the process, this would also be addressed by this regulation.

Contact information: Mr. John W.B. Coulter

Chief Officer

Operating Engineers Program

(416) 325-2168

Unless the boiler is coal or biomass (wood or other) fired, the following fuels regulations would also apply, relative to the fuel type.

- **Fuel Oil Regulation:** This regulation applies to the installation, testing, maintenance, repair, removal, replacement, inspection and use of appliances, equipment, components, and accessories where fuel oil is used as fuel.

- **Gaseous Fuels Regulation**: This regulation applies to the installation, maintenance, repair, removal, replacement, inspection and use of appliances, equipment components and accessories where gaseous fuels are used for fuel purposes.

- **Propane Regulation:** This regulation applies to the storage, handling, transportation and transfer of propane. (Please see regulation for detailed scope).

- **Fuels Industry Certificates and Authorization Regulation:** This regulation applies with respect to certificates required to be held in order to perform work on fuel oil and gaseous fuel systems and their related piping and storage systems.

Contact Information: Mr. Mike Scarland

Operations Manager

Fuels Safety Program

(416) 325-5476

Although not a component of the TSSA regulatory authority, your industry should also ensure they are aware of other regulations, codes or bylaws that may apply including, but not limited to, construction, fire safety, etc.

The *Technical Standards and Safety Act, 2000* and all component regulations may be accessed at http://www.omafra.gov.on.ca/scripts/english/external_links/external.asp?url=http://www.tssa.org/. For further information or clarification of a specific regulation, please contact program leaders as indicated for each regulation or myself at any time.

Acknowledgements

The author wishes to acknowledge the assistance of Clarence Coons, Agroforestry Consultant in the preparation of this Factsheet. He also wishes to acknowledge the assistance of the following individuals in reviewing the document:

George Drummond, Maple Producer, Ontario
George Fowler, Maple Producer, Ontario
Frank Claeys, Representative,Spirax Sarco Canada Limited
Harry Atkinson, Thunderbolt Research Corporation
Ray Fauteux, Indeck Service Corporation
Todd Leuty, Agroforestry Specialist, OMAF
Ted Dance, Director of Operations, TSSA
Jim Myslik, OMAF

Assistance provided by Ontario's Agricultural Adaptation Council ,North American Maple Syrup Council ,the Ontario Maple Syrup Producers' Association and the Eastern Ontario Model Forest is also acknowledged.

| Top of Page |

For more information:
Toll Free: 1-877-424-1300
Local: (519) 826-4047
Email: ag.info@omaf.gov.on.ca

| Crops Home Page |

| Central Site | Feedback | Search | Site Map | Français|
| Home | What's New | Calendar | Products | News Releases |

Ontario
This site is maintained by the Government of Ontario, Canada.

This information is provided as a public service, but we cannot guarantee that the information is current or accurate. Readers should verify the information before acting on it.

Feedback and technical inquiries to: crops@omaf.gov.on.ca
© Copyright 2003 Queen's Printer for Ontario
Last Updated: September 24, 2003

FICHE TECHNIQUE

FORESTERIE GÉNIE AGRICOLE

COMMANDE N° 03-028

MARS 2003

AGDEX 383/737

Ontario Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

UTILISATION DE LA VAPEUR SOUS PRESSION EN ACÉRICULTURE

D. Chapeskie

INTRODUCTION

Les acériculteurs se disent heureux et satisfaits de l'utilisation de la vapeur sous pression pour transformer les produits de l'érable. Depuis quelques années, bon nombre d'entre eux y voient une foule d'avantages. L'on s'attend donc à ce que cette technologie connaisse un essor considérable.

Les producteurs qui envisagent de se doter d'un système à vapeur sous pression doivent bien connaître cette technologie très spécialisée et se faire aider de personnes compétentes au moment de planifier leur système. Ils s'assureront ainsi que le système à vapeur qu'ils choisiront et installeront sera conforme aux règlements en vigueur. Il est important pour l'acériculteur de se doter d'un système bien conçu, capable de répondre sans danger aux besoins en vapeur sous pression de son entreprise.

ÉVOLUTION DES SYSTÈMES À VAPEUR SOUS PRESSION EN ACÉRICULTURE

L'utilisation de la vapeur sous pression en acériculture remonte à la dernière partie du XIX^{e} siècle. Déjà, il était facile pour les producteurs canadiens et américains de se procurer des chaudières à vapeur. Il se vendait même déjà quelques évaporateurs à vapeur destinés à la production commerciale.

Les évaporateurs classiques à bois, à mazout et à gaz n'ont cessé d'être améliorés tout au long du XX^{e} siècle. Ils étaient abondamment utilisés par les producteurs commerciaux qui avaient abandonné la plupart des autres types d'équipement. Certains choisirent toutefois d'utiliser la vapeur sous pression pour faire bouillir le sirop d'érable.

Depuis une cinquantaine d'années, un fabricant de matériel acéricole s'est distingué par ses efforts pour offrir de nouveaux appareils de transformation reposant sur l'utilisation de la vapeur sous pression. En 1968, l'entreprise G. H. Grimm Co. Inc. de Rutland, au Vermont, produisait la première d'une série de plusieurs douzaines de casseroles à vapeur connues sous le nom d'évaporateurs de finition à vapeur Sipple. Certains de ces évaporateurs sont encore utilisés aujourd'hui. Au cours de la même période, d'autres entreprises ont fabriqué, à façon, à petite échelle, des casseroles à fond plat et des serpentins de vapeur.

Des marmites à vapeur commerciales destinées à une foule d'applications sont offertes par plusieurs fabricants et sont utilisées par les acériculteurs pour chauffer et/ou finir le sirop d'érable.

Les chaudières à vapeur sous pression ont été grandement améliorées ces 50 dernières années. Les chaudières soudées par rapprochement selon des normes rigoureuses et pourvues de commandes entièrement automatiques sont plus sûres, plus robustes et plus efficaces que les anciennes chaudières rivetées à commande manuelle.

La volonté de réduire les coûts de production et d'offrir des produits de l'érable de haute qualité qui s'est affirmée par suite de l'expansion de nombreuses exploitations acéricoles ces dernières années a stimulé l'intérêt pour les innovations et perfectionnements technologiques et notamment l'utilisation de la vapeur sous pression, de l'osmose inverse ainsi que de fourneaux et d'évaporateurs améliorés.

Les améliorations récentes apportées aux chaudières à vapeur et le succès que connaissent divers appareils d'évaporation à vapeur de même que les casseroles de finition à vapeur Sipple sont encourageants et expliquent l'intérêt accru porté à l'utilisation de la vapeur.

Pour en apprendre davantage sur l'utilisation de la vapeur sous pression en acériculture, voir les trois études réalisées depuis 1995 par le MAAO en consultant son site Web sur l'agroforesterie au *www.gov.on.ca/OMAF/english/crops/hort/agrofore.html*

La première étude, *Review and Evaluation of the Use of High Pressure Steam in the Production of Maple Products*, une revue et évaluation de l'utilisation de la vapeur sous pression en acériculture, comprenait un sondage important auprès de 24 acériculteurs ayant fait l'expérience de la vapeur sous pression. La deuxième étude, *Review of Safety in the Use of High Pressure Steam in the Production of Maple Products*, constituait une revue de la sécurité d'utilisation de la vapeur sous pression en acériculture. Comme dans toute exploitation agricole, la sécurité est un aspect important auquel il faut s'arrêter. La troisième étude, *High Pressure Boiler Selection for the Production of Maple Products* portait sur le choix d'un évaporateur à vapeur sous pression adapté aux objectifs et aux besoins de l'exploitant.

AVANTAGES DE LA VAPEUR SOUS PRESSION

Les acériculteurs qui utilisent la vapeur sous pression y trouvent de nombreux avantages, dont les suivants :

- La vapeur est une source de chaleur constante et offre une excellente maîtrise de l'ébullition.
- Avec la vapeur, le sirop ne risque pas de trop cuire ni de brûler.
- Il est facile d'acheminer la vapeur par des tuyaux là où l'on en a besoin dans la cabane à sucre.
- Les casseroles sont relativement petites et peu coûteuses. Aucun fourneau ni aucune casserole à ondulations n'est nécessaire.
- Il est facile de déloger le tartre des serpentins à vapeur, des casseroles ou des marmites.
- Le temps et la main-d'œuvre nécessaires à la transformation sont réduits au minimum, surtout avec en plus un appareil à osmose inverse.
- La plupart des producteurs jugent l'utilisation de vapeur sous pression économique, et dans certains cas, plus économique même que d'autres méthodes.
- La vapeur est excellente pour maintenir de bonnes conditions sanitaires durant la transformation.
- La vapeur se prête à des applications autres que l'ébullition, comme le nettoyage de l'équipement, le réchauffement du sirop en vue de son conditionnement, le chauffage de l'eau et l'entretien de la cabane à sucre, par exemple (*figure 1*).
- Bien des producteurs trouvent facile avec l'utilisation de la vapeur de produire de façon constante des produits de l'érable de haute qualité.

DÉFINITIONS

Système à vapeur

Un système à vapeur réunit tous les éléments d'un système fonctionnel, dont chaudière, tuyauterie, évaporateur à vapeur, marmites à vapeur, purgeurs de vapeur, collecteur de condensats.

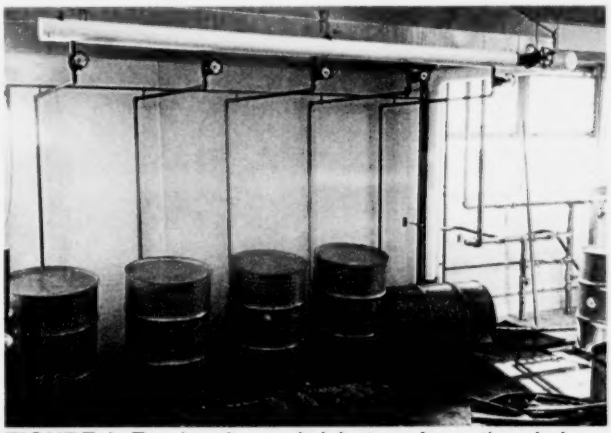

FIGURE 1. En plus de servir à la transformation de la sève, la vapeur se prête à bien d'autres applications, notamment au nettoyage des réservoirs.

Chaudière à vapeur haute pression

Selon la définition donnée à l'article 1 du *Boiler and Pressure Vessel Code*, le code des chaudières et appareils à pression de la American Society of Mechanical Engineers (ASME), une chaudière à vapeur haute pression s'entend d'un appareil qui produit, à des fins qui lui sont extérieures, de la vapeur à une pression de plus de 15 livres par pouce carré. Il s'agit ici de la pression de vapeur supérieure à la pression atmosphérique, qui est indiquée par le manomètre en livres par pouce carré.

Vapeur sous pression

Vapeur sous pression s'entend de la vapeur à une pression manométrique supérieure à 15 livres par pouce carré. Par conséquent les chaudières qui fournissent de la vapeur sous pression sont considérées comme des chaudières à vapeur haute pression.

Capacité nominale de la chaudière

Lorsqu'on choisit une chaudière, il est important de connaître et de comprendre sa capacité nominale, soit sa capacité de chauffage exprimée en unités de puissance évaporatrice (unités de puissance de la chaudière en HP), en BTU/heure et/ou en livres de vapeur/heure.

Les fabricants établissent la capacité nominale de la chaudière en fonction de la norme adoptée par la American Society of Mechanical Engineers, désignée norme ASME.

Puissance de la chaudière en HP

La puissance de la chaudière en HP exprime la capacité de la chaudière à évaporer une quantité précise d'eau en une heure sous des conditions données. Selon la norme ASME, la puissance d'une chaudière de 1 HP correspond à la puissance d'évaporation de 34,5 lb d'eau en vapeur à l'heure à une température égale ou supérieure à 212 °F et selon une pression absolue de 14,7 lb/po^2. La chaleur requise pour produire une unité de puissance de la chaudière en HP est par conséquent de 34,5 x 971,7, soit 33 523 BTU/heure.

Chaudières préfabriquées modernes

Les chaudières préfabriquées sont préassemblées à l'usine avant d'être expédiées et installées. Il s'agit d'unités autonomes qui viennent avec pompe à carburant, ensemble du brûleur et commandes de combustion. Elles sont expédiées sur des poutres et arrivent prêtes au montage sur place, lequel comporte le raccordement aux tuyaux d'alimentation en eau, aux conduites de vapeur, aux conduites de combustible, au réseau d'électricité, au matériel auxiliaire et à la cheminée.

Les chaudières préfabriquées peuvent être du type à tubes de fumée ou du type à tubes d'eau. Toutes les chaudières préfabriquées neuves font l'objet d'essais de réaction au feu avant de quitter l'usine. Les nouvelles chaudières préfabriquées à retour de flamme, aussi appelées chaudières écossaises à tubes de fumée, sont appréciées des acériculteurs qui utilisent la vapeur sous pression.

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DES SYSTÈMES À VAPEUR UTILISÉS EN ACÉRICULTURE

1. CHAUDIÈRE À VAPEUR

Il y a deux grands types de chaudières à vapeur : les chaudières à tubes de fumée et les chaudières à tubes d'eau. Les deux types sont utilisés en acériculture. On trouve de nos jours un vaste choix de fabricants de chacun des types (*figure 2*).

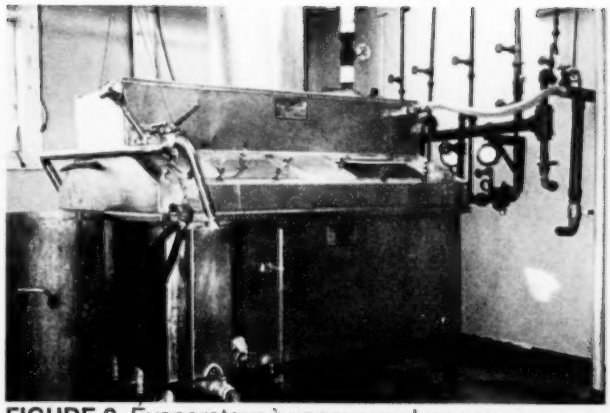

FIGURE 2. Évaporateur à vapeur moderne avec préchauffeur de sève dans la hotte de préchauffage.

I. Chaudières à tubes de fumée

Dans les chaudières à tubes de fumée, les gaz de combustion et la chaleur circulent dans des tubes qui sont entourés d'eau et de vapeur.

Voici des exemples de chaudières à tubes de fumée : chaudière à retour de flamme, chaudière à tubes verticaux, chaudière à tubes horizontaux et chaudière de type locomotive.

Chaudière à retour de flamme

Les chaudières à retour de flamme (*figure 3*) sont les chaudières les plus utilisées de nos jours par les exploitations commerciales et les petites exploitations industrielles. Elles sont aussi les plus utilisées par les acériculteurs.

Les chaudières à retour de flamme sont des chaudières à parcours multiples, ce qui signifie que les gaz de combustion (chaleur) suivent plusieurs parcours avant de quitter la chaudière. Selon les fabricants, on trouve des chaudières à 2, 3 ou 4 parcours de fumées.

Ces chaudières sont à foyer (chambre de combustion) intérieur. Ce foyer est doté de tubes qui traversent la chaudière jusqu'à la plaque tubulaire avant. La chambre de combustion est entièrement entourée d'eau.

De nombreux fabricants offrent des chaudières à tubes de fumée de type à retour de flamme soudées par rapprochement. Ces chaudières viennent soit avec foyer réfractaire soit avec foyer à chemise d'eau. Ce sont des chaudières préfabriquées prêtes à être installées dans les cabanes à sucre.

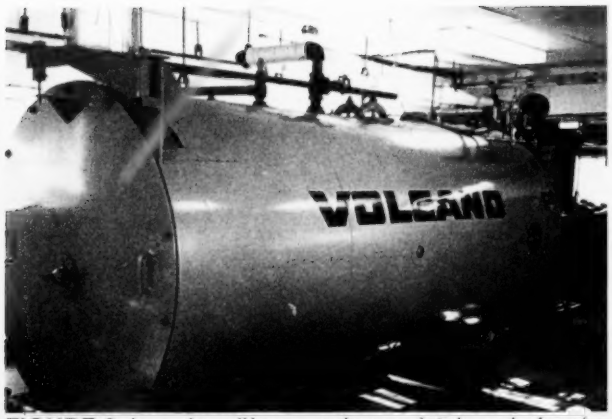

FIGURE 3. Les chaudières modernes à tubes de fumée de type à retour de flamme constituent le type de chaudière le plus utilisé par les acériculteurs.

Chaudière à tubes verticaux

Les chaudières à tubes verticaux sont soit à dessus mouillé ou à dessus sec. Elles sont utilisées pour leur faible encombrement au sol là où l'on dispose par contre d'amplement d'espace en hauteur.

La chaudière à dessus sec produit de la vapeur légèrement surchauffée, ce qui peut occasionner des fuites dans les tubes situés dans la plaque tubulaire supérieure. La chaudière à dessus mouillé ne produit pas de vapeur surchauffée étant donné que la plaque tubulaire supérieure est entourée d'eau. Il s'agit dans les deux cas de chaudières à un seul parcours de fumées étant donné que les gaz de combustion ne peuvent être retenus par l'utilisation de déflecteurs. Elles ne sont pas aussi efficaces que les types de chaudières à parcours multiples.

Lorsque le faible encombrement au sol est un critère important, les nouvelles chaudières à tubes verticaux soudées par rapprochement peuvent convenir, selon les applications auxquelles elles sont destinées.

Chaudière à tubes horizontaux

Ce type de chaudière est constitué d'un réservoir pourvu de tubes. Ces chaudières sont à foyer extérieur. Elles se trouvent suspendues au-dessus du foyer. Leur installation nécessite la construction d'un foyer extérieur, habituellement en brique ou en béton. La surface relativement petite de chauffage exposée à la chaleur radiante limite l'efficacité et la souplesse d'absorption de chaleur de ce type de chaudière.

Les nouvelles chaudières à tubes horizontaux soudées par rapprochement peuvent être indiquées lorsque l'acériculteur envisage d'utiliser le bois comme combustible, étant donné qu'elles peuvent être équipées d'un foyer au bois.

Chaudière de type locomotive

Les chaudières de type locomotive sont à foyer intérieur. Les gaz de combustion y circulent en ligne droite vers la sortie à travers les tubes. Dans toutes les chaudières à parcours unique comme celles-ci, la température des gaz à la sortie peut être relativement élevée, d'où une efficacité moindre. La plupart des chaudières de type locomotive sont de vieilles chaudières, habituellement de construction rivetée.

La construction rivetée, la piètre efficacité et l'âge sont autant de facteurs qui rendent les chaudières de type locomotive non adaptées aux applications commerciales.

II. Chaudières à tubes d'eau

Dans une chaudière à tubes d'eau, la vapeur et/ou l'eau se trouve dans des tubes alors que la chaleur et les gaz de combustion circulent autour des tubes.

Les chaudières à tubes d'eau sont reconnues pour leur rapidité à produire de la vapeur. La vapeur est générée rapidement du fait de la quantité d'eau relativement faible qui se trouve dans la chaudière. Cette caractéristique permet aux chaudières à tubes d'eau de réagir rapidement aux changements dans la demande de vapeur. Ces chaudières sont à foyer extérieur et exigent un foyer doublé d'un matériau réfractaire.

En général, les chaudières à tubes d'eau sont composées de réservoirs multiples. Un réservoir de vapeur supérieur et un réservoir de boue inférieur sont reliés par des tubes qui forment ensemble la section convection et le foyer de la chaudière.

Les acériculteurs utilisent deux types de chaudières à tubes d'eau : les chaudières à faisceau coudé (aussi appelées chaudières à tubes cintrés) et les chaudières à tubes en spirale.

Chaudière à tubes d'eau à faisceau coudé

La chaudière à faisceau coudé est une chaudière à réservoirs multiples. Elles sont constituées de un ou de plusieurs réservoirs de vapeur dans la partie supérieure de la chaudière et de un ou de plusieurs réservoirs de boue dans la partie inférieure. Ces chaudières sont aussi appelées chaudières à tubes cintrés. On peut en acheter préfabriquées.

Chaudière à tubes d'eau en spirale

Il existe sur le marché des chaudières à tubes d'eau en spirale entièrement automatiques qui sont préfabriquées. Leur prix a tendance à être élevé. Ces chaudières sont parfois appelées générateurs de vapeur.

Dans les chaudières à tubes en spirale, les tubes qui génèrent la vapeur sont constitués de tubes à hélice, en spirale ou horizontaux de faible diamètre.

Comme avec tous les types de chaudières à tubes d'eau, un traitement approprié est important. Le remplacement des tubes d'eau coûte cher et ces chaudières sont difficiles à réparer. Les acériculteurs qui utilisent des chaudières à tubes d'eau ont tendance à préférer les modèles à faisceau coudé.

2. ÉQUIPEMENT DE SÉCURITÉ

À leur sortie de l'usine, les chaudières doivent être pourvues d'équipement de sécurité. Pour de l'information à ce sujet, voir plus loin la rubrique *Codes, normes et règlements*.

L'équipement de sécurité nécessaire dépend essentiellement du type et de la puissance de la chaudière de même que de la réglementation en vigueur là où celle-ci est installée. Il est important que l'équipement de sécurité soit bien installé et qu'il soit bien entretenu.

Voici quelques-unes des pièces d'équipement de sécurité les plus importantes sur une chaudière :

- soupape de sécurité;
- manomètre;
- colonne d'eau;
- tube indicateur de niveau en verre;
- robinets d'épreuves;
- dispositifs d'arrêt du brûleur en cas de faible niveau d'eau;
- bouchon fusible;
- vanne d'arrêt sur la conduite de vapeur principale;
- conduite et robinets d'extraction / de purge;
- appareils de réglage automatique du brûleur.

Se faire aider de personnes compétentes pour ce qui touche à l'équipement de sécurité entourant la chaudière, à son fonctionnement et à son entretien.

3. APPROVISIONNEMENT EN EAU

Le réseau d'approvisionnement en eau de la chaudière est un élément important de tout système à vapeur. On doit l'installer et l'utiliser correctement afin que la chaudière soit suffisamment alimentée en eau. Une pompe d'alimentation utilise les condensats du réservoir de condensation ainsi que d'autres sources d'eau d'appoint et pompe l'eau sur demande dans la chaudière.

Des éléments importants qui peuvent faire partie du réseau d'alimentation en eau sont la pompe d'alimentation, les tuyaux d'alimentation pourvus d'un clapet anti-retour et de dispositifs de régulation de niveau à flotteur.

Les éléments précis du réseau d'alimentation en eau varient selon le type de chaudière et l'application.

4. RÉCUPÉRATION DES CONDENSATS ET RÉSERVOIR DE CONDENSATS

Le réseau de retour des condensats retourne tous les condensats dans le réservoir de condensats. Une fois que la vapeur s'est échappée de la chaudière et que la chaleur a été libérée par les tuyaux et les échangeurs de chaleur (évaporateurs, marmites), ce réservoir sert à condenser la vapeur et à la changer en eau. Les condensats étant purs, il faut les retourner à la salle des chaudières et les réutiliser. L'utilisation des condensats comme eau d'appoint permet d'utiliser moins d'eau d'appoint extérieure (eau brute), ce qui réduit la quantité de produits chimiques de traitement de l'eau nécessaires au détartrage. L'utilisation des condensats chauds réduit également la consommation d'énergie (*figure 4*).

Les condensats sont récupérés des conduites de vapeur, des serpentins de vapeur et de l'équipement au moyen de purgeurs de vapeur.

La dimension des collecteurs de retour des condensats doit être suffisante pour recueillir à la fois les condensats et la vapeur de revaporisation. Lorsqu'il n'est pas possible d'installer des collecteurs de retour par gravité et que l'on ne dispose pas d'une pression suffisante, il faut se résoudre à pomper les condensats dans le réservoir de condensats.

Le réservoir de condensats recueille tous les condensats récupérés. Ses dimensions doivent permettre d'accueillir une quantité suffisante d'eau d'alimentation provenant de la chaudière.

En général, le réservoir comporte un alternateur ou un interrupteur à flotteur dans le cas d'un arrangement duplex, une vanne à flotteur pour l'approvisionnement en eau brute, une crépine, un tube indicateur de niveau d'eau en verre et un thermomètre à cadran. Le réservoir doit aussi être pourvu d'un trop-plein, d'un évent de dimension appropriée et d'un robinet de purge de fond.

Mettre les produits de traitement de l'eau dans l'eau d'alimentation du réservoir de condensats. Il existe sur le

marché des réservoirs d'alimentation en produits chimiques qui peuvent être installés dans le réseau d'alimentation en eau.

FIGURE 4. Réservoir de condensats.

Vapeur de revaporisation

Un condensat sous pression se forme à la même température que celle de la vapeur sous pression qui le produit au fur et à mesure que la chaleur latente est retirée.

Lorsque le condensat est évacué vers une zone de pression moindre, l'énergie qu'il contient est supérieure à celle qu'il peut contenir à l'état liquide. L'énergie excédentaire provoque la revaporisation d'une partie de l'eau sous forme de vapeur à une pression moindre. On parle alors de vapeur de revaporisation. Pour un maximum de rendement énergétique, il faut utiliser cette vapeur de revaporisation comme on le fait avec les appareils à osmose inverse pour préchauffer la sève froide avant son entrée dans l'évaporateur (*figure 5*).

5. PURGE DE LA CHAUDIÈRE

Toutes les chaudières ont un dispositif de purge raccordé à une vanne ou à un robinet. On trouve au fond de toutes les chaudières d'une puissance de 100 lb/pouce carré (psi) ou plus, au moins deux vannes de purge. Un réservoir de purge peut aussi être utilisé.

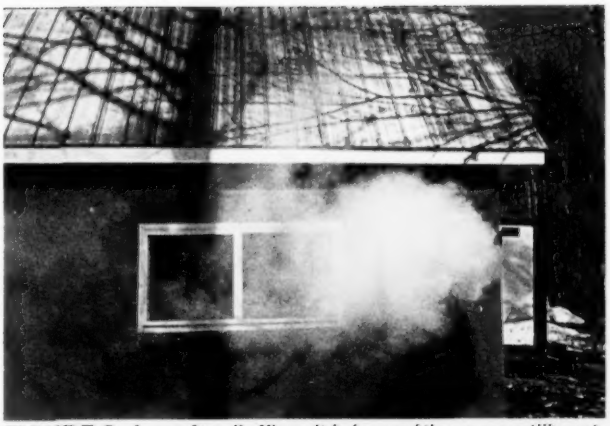

FIGURE 5. Accroître l'efficacité énergétique en utilisant la vapeur de revaporisation pour préchauffer la sève, par exemple.

Sous des conditions de fonctionnement normales, la purge vise à réduire la quantité de solides dissous ou en suspension dans l'eau de la chaudière. Les solides sont apportés par l'eau d'alimentation et se concentrent dans l'eau de la chaudière.

La fréquence de purge dépend de la qualité de l'eau d'alimentation. Une bonne pratique dans le cas des chaudières qui ne sont pas alimentées par de l'eau traitée en usine consiste à purger la chaudière, chacune des parties basses pourvues de vannes ou la colonne d'eau chaque jour, au moment de mettre en marche le système alors que la pression de vapeur est faible.

Comme la méthode à employer varie selon le modèle de chaudière, consulter le manuel du fabricant pour connaître la façon de purger la chaudière.

6. PURGEURS DE VAPEUR

Les purgeurs de vapeur constituent un élément important des systèmes à vapeur utilisés en acériculture, étant donné qu'ils contribuent à la fois à la sécurité et à l'efficacité de la chaudière. Il s'agit de dispositifs automatiques qui augmentent l'efficacité globale d'un système à vapeur en évacuant l'air et les condensats (eau) des conduites de vapeur, sans qu'il y ait perte de vapeur. Situer les purgeurs de vapeur aux points bas où la condensation s'accumule dans le système. Pour un maximum de sécurité et d'efficacité, évacuer toute la condensation. La condensation résulte du refroidissement de la vapeur dans les conduites et les serpentins d'évaporation en cours d'ébullition. De la condensation se forme dans les serpentins au fur et à mesure que la vapeur transfère sa chaleur dans les parois des tubes, amenant ainsi la sève à bouillir.

Par temps froid, lorsque le système à vapeur n'est pas utilisé, s'assurer de vider l'eau contenue dans les purgeurs de vapeur pour éviter qu'elle ne gèle.

Se faire conseiller par des personnes d'expérience dans le choix des purgeurs de vapeur, leur installation, la façon de les faire fonctionner en toute sécurité et leur entretien. Les fabricants de purgeurs de vapeur offrent de l'assistance technique ainsi que des directives écrites. Voici les emplacements où sont généralement situés les purgeurs de vapeur sur les chaudières installées dans des cabanes à sucre utilisant la vapeur sous pression :

- à l'extrémité de la conduite de vapeur principale, avant l'entrée dans les serpentins situés dans la casserole, afin d'évacuer le condensat produit par les pertes de chaleur par rayonnement dans la conduite principale pendant le déplacement de la vapeur de la chaudière vers la casserole;

- sous la sortie de chaque serpentin de vapeur dans une casserole afin d'évacuer le condensat produit dans le serpentin par suite du transfert de chaleur lors de l'ébullition de la sève;

- selon qu'il s'agit de l'un ou l'autre des deux grands types de marmite à vapeur (réservoir fixe par gravité et réservoir siphon basculant), la purge de vapeur se fait différemment.

7. MATÉRIEL DE TRANSFERT DE CHALEUR HUMIDE

Casseroles à fond plat dotées de serpentins de vapeur pour la première ébullition et la finition

L'évaporateur le plus courant pour la première ébullition est constitué d'une casserole à fond plat dotée de divisions latérales et de serpentins de vapeur. Ces casseroles sont relativement petites comparées aux casseroles d'évaporation classiques. Elles sont moins coûteuses et ne nécessitent ni conduit de fumée ni fourneau.

La sève froide est normalement préchauffée dans la hotte de préchauffage à l'aide d'un serpentin de préchauffage de type Raithby traditionnel. Bien des producteurs utilisent un appareil à osmose inverse pour concentrer au départ la sève.

Il est possible de commander sur mesure auprès de la plupart des fabricants de matériel d'acériculture des casseroles à fond plat avec des divisions et des serpentins de vapeur. Pour répondre aux besoins d'ébullition, bien des facteurs doivent être pris en considération dans la conception d'une casserole et des serpentins. Le fabricant doit obtenir des détails pour être en mesure de fabriquer un évaporateur sûr et de la taille convenable.

Les casseroles à fond plat utilisées pour la finition sont de conception semblable à celles qui servent à la première ébullition, si ce n'est qu'elles sont habituellement plus petites du fait qu'elles ne servent pas à concentrer autant le sirop. Les casseroles de finition à fond plat sont construites de la même façon avec des divisions latérales qui s'ouvrent aux extrémités afin que le sirop fini puisse y être recueilli. Les casseroles de petit format utilisées lorsque peu d'évaporation est nécessaire n'ont pas besoin de divisions latérales si l'évaporation se fait suivant un système par lot. Pour assurer un fonctionnement efficace et sans danger, il faut débarrasser les serpentins et les tubes du tartre périodiquement, idéalement tous les jours. Toutes les casseroles à fond plat pourvues de serpentins nécessitent l'installation de purgeurs de vapeur. En discuter avec le fabricant.

La casserole de finition en V de marque Sipple pour les systèmes à vapeur, qu'on trouve encore sur le marché, est une variante de la casserole à fond plat (*figure 6*).

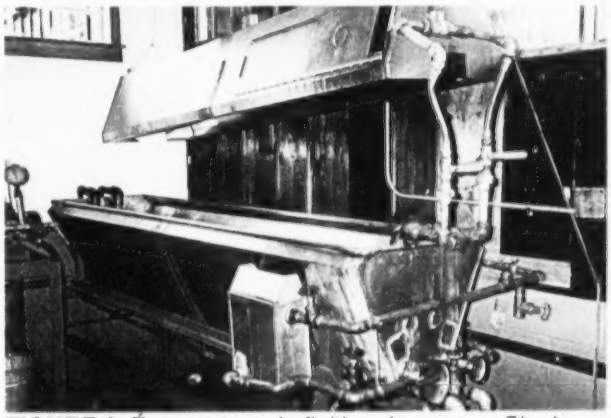

FIGURE 6. Évaporateur de finition de marque Sipple apparu sur le marché en 1968.

Finition à l'aide de marmites à vapeur directe commerciales

Les marmites à vapeur sont normalement faites d'acier inoxydable. Elles viennent en de nombreux formats de capacité pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines de gallons. La plupart des acériculteurs qui les utilisent préfèrent les marmites de 40–50 gal US. Les deux grands types de marmites à vapeur qu'on trouve sur le marché sont avec réservoir fixe se drainant par gravité et avec réservoir basculant se drainant au moyen d'un siphon. La façon de purger la vapeur varie selon le type (*figure 7*).

FIGURE 7. Marmites à vapeur en acier inoxydable servant au chauffage ou à la finition des produits de l'érable.

Il est important de noter que les marmites à vapeur sont conçues suivant les normes prévues dans le code de l'ASME pour fonctionner à des pressions maximales précisées. Elles sont raccordées aux conduites de vapeur qui partent de la chaudière. Leur fonctionnement nécessite habituellement l'ajout d'un robinet réducteur de pression. Il se vend aussi des dispositifs de commande automatique des marmites. Ils sont simples à utiliser et garantissent des températures de transformation constantes et l'uniformité d'un lot à l'autre. Pour des raisons de sécurité, toujours se conformer aux directives du fabricant relativement à l'installation, à l'utilisation et à l'entretien des marmites à vapeur.

Avant d'acheter une marmite d'occasion, veiller à ce qu'elle fasse l'objet d'une inspection. Vérifier la pression de fonctionnement précisée par le fabricant et, tout comme s'il s'agissait de matériel neuf, observer les consignes du fabricant concernant l'installation, l'utilisation et l'entretien.

8. TUYAUTERIE DES SYSTÈMES À VAPEUR

Le terme tuyauterie englobe généralement les raccords, valves et autres éléments dans lesquels circulent notamment des gaz, des liquides ou de la vapeur. Il n'existe pas de norme fixe quant à la conception de la tuyauterie des systèmes à vapeur. Il n'en reste pas moins que la tuyauterie est un facteur important à prendre en considération dans le choix et la conception d'un réseau de distribution de vapeur. Les tuyaux, joints de tuyaux, valves et autres composantes utilisés dans les systèmes à vapeur doivent être conçus pour ces systèmes et être utilisés dans le respect des valeurs de pression et de température prévues.

Des purgeurs d'air à réglage thermostatique sont installés à l'extrémité du tuyau principal, sur chaque serpentin et marmite, étant donné que l'air est un obstacle encore plus grand que l'eau à l'efficacité du transfert de chaleur.

Se faire conseiller par des ingénieurs compétents, des techniciens en réparation de chaudières et/ou des fabricants sur les questions touchant la conception et l'installation de la tuyauterie des systèmes à vapeur.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'EMPLOI DE VAPEUR SOUS PRESSION

Avant d'installer un système à vapeur sous pression, considérer les points suivants :

- Les systèmes à vapeur sous pression neufs coûtent cher; toutefois, la plupart des acériculteurs qui les utilisent réussissent à se procurer du bon matériel d'occasion à moindre coût.
- Selon l'endroit où se situe l'exploitation, l'installation et l'entretien des systèmes à vapeur peuvent être coûteux.
- Il est parfois difficile de trouver des personnes compétentes et expérimentées pour fournir l'information et l'assistance nécessaires au moment de l'installation.
- Les réparations de chaudières peuvent être coûteuses.
- Les systèmes à vapeur sous pression peuvent être dangereux si leur installation, leur fonctionnement et leur entretien ne sont pas conformes aux directives du fabricant.
- L'installation, l'utilisation et le fonctionnement des systèmes à vapeur sous pression sont soumis à des dispositions réglementaires qui peuvent varier selon les régions et qu'il est important de connaître pour s'y conformer.

PLANIFICATION DE L'INSTALLATION D'UN SYSTÈME À VAPEUR

L'installation d'un système à vapeur nécessite une planification différente pour chaque cabane à sucre.

L'acériculteur qui envisage d'utiliser de la vapeur sous pression doit bien planifier son système en tirant parti de la compétence et de l'expérience des fabricants de chaudières et d'appareils à vapeur, des inspecteurs de chaudières accrédités, des ingénieurs en mécanique, des techniciens spécialisés dans l'entretien et la réparation de chaudières industrielles, des opérateurs de machines fixes, de la American Society of Mechanical Engineers, des fonctionnaires fédéraux et provinciaux et des compagnies d'assurance.

Au moment de planifier un système à vapeur destiné à une exploitation acéricole :

- déterminer quelle sera la demande de vapeur et décider du type de chaudière, de sa taille (puissance) et de la pression de fonctionnement;
- bien choisir les raccords, les accessoires et les commandes (manomètre, colonne d'eau, tube indicateur de niveau en verre, vannes et tuyaux, robinets réducteurs de pression, dispositifs d'arrêt du brûleur en cas de faible niveau d'eau, purgeurs de vapeur, par exemple);
- s'assurer de disposer de l'équipement auxiliaire approprié (pompes d'alimentation en eau, collecteur de condensats, par exemple);
- déterminer les exigences du matériel d'évaporation (type, taille et capacité des casseroles à fond plat, des serpentins de vapeur et/ou des marmites à vapeur) et voir si l'on emploiera également des évaporateurs classiques ou des appareils à osmose inverse;
- prévoir un mode de stockage adéquat du combustible et de bonnes installations électriques;
- déterminer la superficie nécessaire; prévoir les détails de la construction de la cabane à sucre, l'aménagement et la disposition de la salle des chaudières; prévoir suffisamment d'espace pour l'ouverture des portes aux extrémités de la chaudière afin de faciliter le nettoyage; prévoir également une hauteur suffisante pour permettre le démantèlement et l'installation des tubes de la chaudière;
- prendre connaissance des exigences des codes et de la réglementation en vigueur dans la région afin de s'y conformer pleinement;
- une fois les besoins en matériel établis, soupeser le pour et le contre de l'achat de matériel neuf ou d'occasion. Les acériculteurs achètent souvent du matériel d'occasion en bon état à des prix beaucoup plus raisonnables. Si l'on compte acheter du matériel d'occasion, l'on s'assurera, avant l'achat, de le faire vérifier par un technicien en réparation d'expérience.

CODES, NORMES ET RÈGLEMENTS

La planification d'un système à vapeur oblige le producteur à se renseigner sur les exigences applicables aux chaudières et à leurs accessoires qui sont prévues par plusieurs codes, normes et dispositions législatives et réglementaires.

Les fabricants de chaudières sont tenus de respecter des normes strictes établies par la American Society of Mechanical Engineers (ASME) relativement à la fabrication, à l'inspection et à l'assurance de qualité des chaudières. Toute nouvelle chaudière doit être homologuée par l'ASME. L'article 1 du code *Boiler and Pressure Vessel Code* de l'ASME traite des normes de conception, de fabrication et d'inspection des chaudières. Il est important de signaler que cet article ne s'applique qu'aux chaudières neuves. Après l'achat, il appartient à l'utilisateur de maintenir la chaudière et les composantes du système à vapeur conformes aux exigences en vigueur là où le système est installé et utilisé.

Les exigences applicables aux chaudières en service, au titre notamment de leur utilisation, de leur inspection, de leur réparation et des modifications qui peuvent leur être apportées, varient considérablement d'un endroit à l'autre. Il est donc judicieux de se renseigner auprès des autorités locales.

Il peut être nécessaire d'obtenir une liste des Underwriters Laboratory (UL) ou des Laboratoires des assureurs du Canada (ULC), les coordonnées de l'Association canadienne de normalisation (CSA) ou de l'Association Canadienne du Gaz (ACG), ou encore le Numéro d'enregistrement canadien (NEC).

Il se peut que les autorités municipales, provinciales ou fédérales exigent des données sur les commandes ou les critères de conception de base de la chaudière. Les pouvoirs publics exigent la plupart du temps un permis pour l'installation et/ou l'utilisation d'une chaudière, ainsi qu'une inspection annuelle. Il peut aussi y avoir des exigences liées aux assurances.

La réglementation applicable à l'entretien des chaudières, notamment à leur purge, aux soupapes de sécurité, aux conduites de fumée et/ou aux cheminées, ainsi que les codes d'électricité et de gaz varient selon les territoires.

APPROBATION DE LA CONCEPTION ET INSPECTION DES CHAUDIÈRES ET DES APPAREILS À PRESSION PAR UN ORGANISME RECONNU (LA COMMISSION DES NORMES TECHNIQUES ET DE LA SÉCURITÉ EN ONTARIO)

Lorsque les autorités exigent un certificat ou un permis, c'est normalement un inspecteur accrédité qui effectue les inspections nécessaires à la délivrance du certificat et/ou du permis d'utilisation.

Les inspections de chaudières comportent des examens à la fois de l'extérieur et de l'intérieur des chaudières. Elles

peuvent comporter une vérification hydrostatique ou des essais non destructifs, dont un essai par ultra-sons, un contrôle radiographique ou une inspection visuelle, par exemple.

Aux États-Unis, ce sont traditionnellement les compagnies d'assurance qui sont les organismes d'inspection reconnus et qui font les inspections des chaudières homologuées par l'ASME. Avant 1996, toutes les provinces canadiennes offraient des services d'inspection officiels. Aujourd'hui, l'Ontario et l'Alberta ont privatisé les services d'inspection.

En Ontario, l'organisme responsable des inspections s'appelle la Commission des normes techniques et de la sécurité. Voici les règlements en vigueur en vertu de la *Loi de 2000 sur les normes techniques et la sécurité* :

- Boiler and Pressure Vessel : Ce règlement s'applique à la conception, à la construction, à l'entretien, à l'utilisation, au fonctionnement, aux réparations et à la maintenance de chaudières, d'appareils à pression et de tuyauterie sous pression. Essentiellement, aucun système à vapeur ne doit être installé sans une autorisation décernée aux termes de ce règlement, lequel précise aussi les exigences relatives à des aspects précis de la sécurité de fonctionnement et de l'entretien de ces systèmes.

  Personne-ressource : M. Rick Mile
  Chef des opérations
  Division de la sécurité des chaudières et des appareils sous pression
  416 325-0949

- Operating Engineers : Ce règlement s'applique à l'utilisation de l'équipement, aux procédés et méthodes, y compris la conception, la construction, le montage, la modification, la gestion, l'entretien, la maintenance et la réparation. Essentiellement, aucune chaudière à vapeur ni aucun système ou équipement connexe ne doit être géré, utilisé ou entretenu si ce n'est en conformité avec ce règlement. Ce règlement précise aussi le personnel, le cas échéant, qui peut être nécessaire. Si une exploitation utilise la réfrigération ou de l'air comprimé dans le cadre de son procédé, elle est aussi soumise à ce règlement.

  Personne-ressource : M. John W.B. Coulter
  Agent en chef,
  Section des mécaniciens d'exploitation
  416 325-2168

À moins que la chaudière n'utilise comme combustible le charbon ou la biomasse (bois ou autre), les règlements suivants sur les carburants s'appliquent, selon le type de carburant utilisé :

- Fuel Oil : Ce règlement s'applique à l'installation, aux essais, à la maintenance, à la réparation, à l'enlèvement, au remplacement, à l'inspection et à l'utilisation des appareils, du matériel, des composantes et des accessoires qui utilisent le mazout comme carburant.

- Gaseous Fuels : Ce règlement s'applique à l'installation, à la maintenance, à la réparation, à l'enlèvement, au remplacement, à l'inspection et à l'utilisation des appareils, du matériel, des composantes et des accessoires qui utilisent un combustible gazeux comme carburant.

- Propane Storage and Handling : Ce règlement s'applique à l'entreposage, à la manutention, au transport et au transfert du propane. (Se reporter au règlement pour des détails sur sa portée.)

- Fuel Industry Certificates : Ce règlement s'applique relativement aux certificats exigés pour effectuer des travaux sur des systèmes qui utilisent du mazout ou un combustible gazeux comme carburant, ainsi que sur la tuyauterie et les installations d'entreposage afférents à ces systèmes.

  Personne-ressource : M. Mike Scarland
  Chef des opérations,
  Programme de la sécurité des combustibles
  416 325-5476

Outre les règlements qui précèdent, et même si la Commission des normes techniques et de la sécurité ne le précise pas, l'acériculteur doit connaître et respecter tout autre règlement ou code pouvant s'appliquer relativement entre autres à la construction et à la protection contre les incendies.

La *Loi de 2000 sur les normes techniques et la sécurité* et tous les règlements pris en application de cette loi sont accessibles sur le site *www.tssa.org*. Pour plus d'information ou des éclaircissements sur un règlement en particulier, il est possible en tout temps de communiquer avec les personnes-ressources indiquées en regard de chaque règlement ou avec le soussigné.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

L'auteur tient à remercier **Clarence Coons**, consultante en agroforesterie, de son aide dans l'élaboration de cette fiche technique.

Il tient également à remercier les personnes suivantes qui ont révisé le document :
George Drummond, acériculteur, Ontario, **George Fowler**, acériculteur, Ontario, **Frank Claeys**, représentant, Spirax Sarco Canada Limited, **Harry Atkinson**, Thunderbolt Research Corporation, **Ray Fauteux**, Indeck Service Corporation, **Todd Leuty**, spécialiste de l'Agroforesterie, MAAO, **Ted Dance**, directeur des opérations, Commission des normes techniques et de la sécurité, **Jim Myslik**, MAAO.

L'auteur tient aussi à souligner l'aide fournie par le Conseil d'adaptation du secteur agricole de l'Ontario, le North American Maple Syrup Council, la Ontario Maple Syrup Producers' Association et la Forêt modèle de l'Est de l'Ontario.

Cette fiche a été rédigée par **Dave Chapeskie**, ingénieur forestier (R.P.F.), spécialiste de l'Agroforesterie, MAAO, Kemptville.

Centre d'information agricole
1 877 424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

www.gov.on.ca/omaf

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 03-027)

Ontario

0121010003028